

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-254457

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl. G10K 11/178
B60R 11/02
F01N 1/00

(21)Application number : 09-055792

(71)Applicant : ISUZU MOTORS LTD

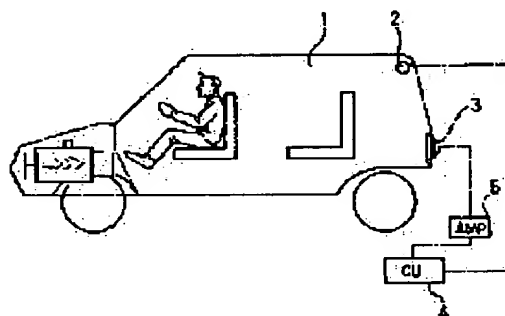
(22)Date of filing : 11.03.1997

(72)Inventor : AKAMA HIROSHI

(54) REDUCING METHOD OF NOISE WITHIN VEHICLE COMPARTMENT AND DEVICE THEREFOR**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a noise over a wide frequency band by simple control and a handy system by forming a canceling sound producing signal by adjusting/ controlling the signal based on the measured result of an actual noise, producing a canceling sound from a speaker by using the canceling sound producing signal and interfering it with a noise.

SOLUTION: A microphone 2 as a noise detecting means and a speaker 3 as a canceling sound producing means are arranged within a vehicle compartment. Sound wave generated within the vehicle compartment 1 is actually measured by the microphone 2 as a noise detecting means, the phase and acoustic pressure are detected in two and more resonant frequency bands of cavity resonance and a canceling sound producing signal to the acoustic wave of the noise is formed by means of a controller 4 as an arithmetic control means by adjusting the phase and the acoustic pressure of the canceling signal from the oscillator or stored in advance. A canceling sound is produced from the speaker 3 as a canceling sound producing means through a power amplifier 5 based on the canceling sound producing signal and the noise is reduced by interfering the canceling sound with the noise.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 15.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 0 K 11/178

G 1 0 K 11/16

H

B 6 0 R 11/02

B 6 0 R 11/02

B

F 0 1 N 1/00

F 0 1 N 1/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-55792

(22) 出願日

平成9年(1997) 3月11日

(71) 出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井 6 丁目26番 1 号

(72) 発明者 赤間 洋

神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社い

すゞ中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 信一 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 車室内騒音の低減方法とその装置

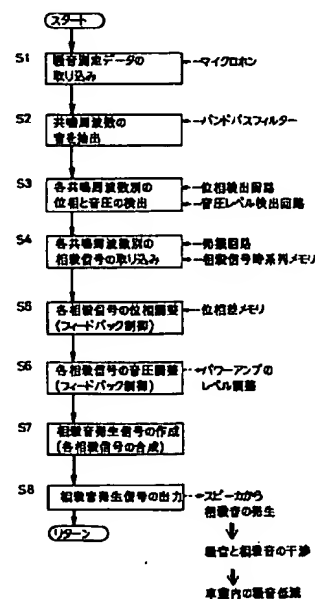
(57) 【要約】

【課題】

車室内の騒音の空洞共鳴する 2 つ以上の特定の共鳴周波数の音に対して、実際の騒音の計測結果に基づいて位相と音圧を調節した相殺音をスピーカから発生させて騒音と干渉させることにより、広い周波数帯域に渡って騒音を低減できる、車室内騒音の低減方法とその装置を提供する。

【解決課題】

車室内に配設した騒音検出手段で車室内で空洞共鳴が生じる二つ以上の共鳴周波数の音の音圧と位相を検出し、演算制御手段で前記各共鳴周波数の音を干渉により減衰させる位相と音圧の相殺信号を作成し、この相殺信号から合成した相殺音発生信号で相殺音発生手段から相殺音を発生して、当該騒音と干渉させて当該騒音を低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】車室(1)内に配設した騒音検出手段

(2)で検出した車室内騒音の検出信号から、該車室(1)内で空洞共鳴が生じる二つ以上の共鳴周波数の音の音圧と位相を検出し、この検出値に基づいて演算制御手段(4)が前記各共鳴周波数に関係する音を干渉により減衰させる位相と音圧の相殺信号を作成し、この相殺信号から相殺音発生信号を合成して、相殺音発生手段(3)に出力すると共に、この相殺音発生手段(3)が相殺音を該車室(1)内に発生して、当該騒音と干渉させて当該騒音を低減する車室内騒音の低減方法。

【請求項2】 当該騒音の前記各共鳴周波数の音波に対する相殺信号の位相差を予め前記演算制御手段(4)に記憶した請求項1記載の車室内騒音の低減方法。

【請求項3】 当該騒音の前記各共鳴周波数の検出値である音圧と位相に対して、広い周波数帯域を持つ相殺信号を予め演算制御手段(5)に記憶しておき、この広い周波数帯域を持つ相殺信号の位相と音圧を調整して、各共鳴周波数別の相殺信号を作成する請求項1又は2に記載の車室内騒音の低減方法。

【請求項4】車室(1)内に配設した騒音検出手段

(2)と、この騒音検出手段(2)で検出した雑音の検出信号から、該車室(1)内で空洞共鳴が生じる二つ以上の共鳴周波数の音の音圧と位相を検出し、この検出値に基づいて前記各共鳴周波数に関係する音を干渉により減衰させる位相と音圧の相殺信号を作成し、前記各共鳴周波数に対する前記相殺信号から相殺音発生信号を合成し出力する演算制御手段(4)と、この演算制御手段

(4)から前記相殺音発生信号を入力して相殺音を該車室(1)内に発生する相殺音発生手段(3)とを有する車室内騒音の低減装置。

【請求項5】 前記相殺音発生手段(3)を、該車室(1)内の空洞共鳴モードにおいて音圧が最大になる位置に配置する請求項4記載の車室内騒音の低減装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の車室内に生じる空洞共鳴による騒音を、スピーカから逆位相の音を発生して、騒音と発生音を干渉させることにより、騒音をアクティブに低減する車室内騒音の低減方法とその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車等の車室内においては、例えば、エンジン騒音、タイヤ騒音、排気騒音、などさまざまな騒音があり、これらの騒音に対する対策として、騒音発生源に対する対策や騒音の吸収・遮断や振動を受けて新たな音源となる部分の防振・制振などの各種対策が行われている。

【0003】しかしながら、車室内騒音には対策が難しい比較的低周波数の騒音が含まれるために、これらの対

策では、遮音材や吸音材の大きさや重量が大きくなり、車両重量やコスト面による制約から十分な騒音防止対策を採ることができず、限界があったそのため、アクティブな騒音低減装置として、実開平4-87898号では、車室内騒音をマイクロホンで測定して、この測定騒音に対して、逆位相の相殺信号を適応制御で常時演算して、スピーカから出力した相殺音の音波を元の騒音の音波に干渉させて、車室内騒音を低減するシステムが提案されている。

【0004】この装置は、特定の周波数の音波だけではなく、広範囲の周波数を持つ車室内の騒音を、適応フィルタ型コントローラで、エンジンマウントからスピーカまでの音波の伝わり方を表す伝達関数を常時演算し、この伝達関数に予め工場等で白色雑音で同定したスピーカとマイクロホン間の音波の伝わり方を表す伝達関数を加えて、車室内空間全体の音波の伝達関数を求めて、更に、この伝達関数を利用して騒音に対する相殺信号を演算している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この適応フィルタ型コントローラの装置においては、常時伝達関数を演算して求めているために複雑な演算回路や演算プログラムが不可欠であり、大幅なコスト高を招くという問題がある。その上に、全周波数帯域の騒音に対応して、複雑な収束演算で適応制御を常時行って相殺信号を算出しているので、適応制御の収束に時間が掛かったり、あるいはエンジンの運転状況や走行環境の変化などによる騒音の変化に対して演算が追従できず、システムが発振して正確な相殺音を発生することができず、逆に騒音拡大となってしまう場合が発生するなど、運転状態に見合った調整が難しく且つ煩わしいという問題がある。

【0006】一方、車室内の騒音に関しては、騒音分析の結果、車室が閉鎖空間を形成しているために、エンジンや路面、駆動系等の加振力によって車体が振動し、この閉鎖空間に空洞共鳴現象が生じ、この共鳴周波数の音波が空洞共鳴により増幅されて不快なこもり音となり、車室内騒音の大きな要因となっていることが分かっている。

【0007】この空洞共鳴とは、閉鎖空間の境界面で反射した音波と元の音波とが互いに増幅し合って定在波を生じ、その腹の部分では大きな音圧上昇を引き起こす音の共振現象であり、共鳴する周波数は閉鎖空間の形状によって決まる。この基本の周波数の定在波の模式図を図4に示すが、音波の進行方向により幾つかの固有の分布状態(モード)があり、また、図示していないが基本の周波数の整数倍の周波数でも共鳴し定在波が生じる。

【0008】従来技術において、この定在波に注目して、エンジンの燃焼騒音の周波数、即ち、エンジンの回転2次成分の周波数が空洞共鳴周波数に一致した時に大

きなこもり音が発生しているとして、エンジン回転数などのエンジンの運転状態を検出し、このエンジンの回転2次成分の周波数に相当する音波に対して、逆位相の音波を出力して両者の干渉により騒音を低減するアクティブな騒音低減装置がある。

【0009】しかしながら、この装置においては、車室内で空洞共鳴する周波数は、図3の矢印で示すように一つではなく幾つもあるにもかかわらず、エンジンの回転2次成分以外の周波数の騒音に対する低減効果を有していないため、その他の音源、例えば、走行中の風切り音や路面からの振動等による騒音に対しては効果が無く、騒音低減効果が不十分であるという問題がある。

【0010】また、この空洞共鳴は閉鎖空間に対する固有の現象であり、共鳴周波数は車室の寸法によって予め決まってしまう、乗車人員や温度等によって多少の変動はあるものの、非常に安定した現象であるので、予め、その特性を調査することにより、ある1点の音波を計測する事によって閉鎖空間のいずれの点の空洞共鳴している音波の状態を予測することが可能となる。

【0011】本発明は、車室内の空洞共鳴のこのような特性に着目して、車室内における騒音を、空洞共鳴する2つ以上の特定の共鳴周波数に対して、予め車種毎に騒音を測定・解析して求めて記憶しておいたデータによって発生させて相殺信号の位相と音圧レベルを、実際の騒音の計測結果に基づいて調整制御して相殺音発生信号を作成し、この相殺音発生信号でスピーカから相殺音を発生させて騒音と干渉させることにより、単純な制御と簡便なシステムで広い周波数帯域に渡って騒音を低減できる、車室内騒音の低減方法とその装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の車室内騒音の低減方法は、車室内に配設した騒音検出手段で検出した車室内騒音の検出信号から、該車室内で空洞共鳴が生じる二つ以上の共鳴周波数の音の音圧と位相を検出し、この検出値に基づいて演算制御手段が前記各共鳴周波数に関係する音を干渉により減衰させる位相と音圧の相殺信号を作成し、この相殺信号から相殺音発生信号を合成して、相殺音発生手段に出力すると共に、この相殺音発生手段が相殺音を該車室内に発生して、当該騒音と干渉させて当該騒音を低減するものである。

【0013】そして、当該騒音の前記各共鳴周波数の音波に対する相殺信号の位相差を予め前記演算制御手段に記憶することにより、位相調整を著しく簡便にするものである。さらに、当該騒音の前記各共鳴周波数の検出値である音圧と位相に対して、広い周波数帯域を持つ相殺信号を予め演算制御手段に記憶しておき、この広い周波数帯域を持つ相殺信号の位相と音圧を調整して、各共鳴周波数別の相殺信号を作成するようにすることにより、単に各共鳴周波数の音波だけでなく、この各共鳴周波数

の音波に関係するより広い周波数帯域の音波を干渉により減少させることができる。

【0014】また、本発明の車室内騒音の低減装置は、車室内に配設した騒音検出手段と、この騒音検出手段で検出した車室内騒音の検出信号から、該車室内で空洞共鳴が生じる二つ以上の共鳴周波数の音の音圧と位相を検出し、この検出値に基づいて前記各共鳴周波数に関係する音を干渉により減衰させる位相と音圧の相殺信号を作成し、前記各共鳴周波数に対する前記相殺信号から相殺音発生信号を合成し出力する演算制御手段と、この演算制御手段から前記相殺音発生信号を入力して相殺音を該車室内に発生する相殺音発生手段とを有するように構成される。

【0015】そして、前記相殺音発生手段を、該車室内の空洞共鳴モードにおいて音圧が最大になる位置に配置することにより、騒音低減効果を高める。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明は、図1に示すような構成のものであり、車室内1に発生した音波を騒音検出手段であるマイクロホン2で実際に測定し、空洞共鳴の2つ以上の共鳴周波数帯域で位相と音圧を検出し、発振器からの相殺信号又は予め記憶していた相殺信号を位相調整と音圧レベル調整して、騒音の音波に対する相殺音発生信号を演算制御手段であるコントローラ4で作成し、この相殺音発生信号に基づいてパワーアンプ5を介して相殺音発生手段であるスピーカ3から相殺音を発生し、騒音と干渉させて騒音を低減するアクティブ型の騒音低減方法とその装置である。

【0017】この方法と装置の詳細について、以下に、図面を参照して一つの実施の形態につき説明する。先ず、図1に示すように、騒音検出手段であるマイクロホン2と相殺音発生手段であるスピーカ3とを車室内に配置する。この室内音モニター用のマイクロホン2の配置場所は例えば、天井位置、車両ポスト、シートベルトアンカーやシートの肩口などが考えられるが、騒音の主たる共鳴（共振）振動の定在波の腹の部分の音波が計測できる場所に配置するのが好ましく、一個でも良いが状況に応じて複数個配置する。

【0018】さらに、演算制御手段であるコントローラ4を設けて、マイクロホン2から得た測定音波信号から、二つ以上の共鳴周波数の音の位相と音圧を検出し、この共鳴周波数に対応した相殺音のための相殺信号を発生し、スピーカ3から出る時に騒音の音と逆位相になるように位相調整する。この相殺信号は、予め、工場等で車種毎に実際の車室1内の空洞共鳴特性を解析し、実際にマイクロホン2を置く場所で計測される測定騒音に対して、各共鳴周波数の騒音に対する相殺信号を予め求めておいて、この相殺信号をコントローラ4に記憶しておく。

【0019】一番簡単な相殺信号は、各共鳴周波数に対

応する周波数の正弦波信号であり、記憶するものとしては、周波数の値のみ記憶しておき、発振器でこの周波数の信号を発振すればよい。また、この時に、マイクロホン2とスピーカ3との位置関係に関する各共鳴周波数の位相差を予め測定して記憶しておき、位相調整の替わりにこの位相差を使用してもよく、または、位相調整時の初期値として用い、これに加えて微調整を行うようにすれば、位相調整が非常に簡単となる。

【0020】更に、特定の騒音発生源では基本的な音波、ここでは共鳴振動数の音波に幾つかの音波が乗って同じパターンの時系列を繰り返すことが多いので、例えば、共鳴振動数の基本周期の何倍かの時系列データを測定して、この時系列データの騒音波形を相殺する波形信号時系列を記憶しておいて、この相殺信号の位相と音圧を調整するようにすると、単に共鳴振動数の音波だけでなく、この上に乗った幾つかの音波も同時に干渉により打ち消し又は低減することができるので、広い周波数範囲の騒音を低減できることになる。

【0021】このように、共鳴周波数に対して、幅広い周波数範囲の相殺信号を記憶しておく、例えば、波長が僅かに異なる音波の干渉によって生じるウナリなども容易に低減することができる。次に、計測した音波を干渉により打ち消せるように相殺音の音圧レベルの調整、即ちスピーカ3の出力調整を行う。この位相と音圧の調整を複数個の共鳴振動数の測定音に対して行い、これらの相殺信号を重ね合わせて合成して相殺音発生信号を作成し、この相殺音発生信号によってスピーカ3から相殺音を発生して、騒音の音波と干渉させて、騒音を低減する。

【0022】また、この位相調整及び音圧レベルの調整にフィードバック制御を採用すると一層効果を上げることができる。そして、相殺音の発生による効果を最大にするために、相殺音発生手段であるスピーカ3を、車室1内の空洞共鳴モードにおいて音圧が最大になる位置に、つまり、空洞共鳴が生じている固有の騒音分布において、騒音が集中する部分に配置する。一般には、この音圧の最大となる位置は室内空間の隅部になるが、工場等で厳密に測定して特定することができる。

【0023】この騒音低減装置の制御フローの例を図1に示す。この制御フローは騒音低減装置の作動時は常時繰り返し呼ばれて実行されるものである。先ず、スタートするとS1でマイクロホン2から騒音測定データを取り込む。S2でこの騒音測定データから共鳴周波数の音をバンドパスフィルターを使用して検出し、S3で、この各共鳴周波数の音波の位相と音圧を検出する。

【0024】そして、S4で、発振器からの発生した信号時系列、または、メモリから得た信号時系列を相殺信号として取り込み、S5でこの各共鳴周波数に対応する相殺信号がスピーカ3から相殺音として出て騒音と干渉する時に、逆位相になって騒音を低減するように位相調

整する。次に、S6で、測定音との干渉を完全にして測定騒音を打ち消すことができるようにスピーカ3から出る相殺音の音圧レベルを調整する。S7でこれらの相殺信号を複合して相殺音発生信号を作成し、S8でこの相殺音発生信号をパワーアンプ5を経由してスピーカ3に出力して、スピーカ3から相殺音を発生させて、リターンする。

【0025】この繰り返しにより、車室1内の二つ以上の各共鳴周波数の騒音に干渉させる相殺音を発生できるので、広い範囲の周波数の車室内騒音を低減できる。以上のような車室内騒音の低減方法とその装置によれば、適応制御のような複雑な演算が不要になり、マイクロホン2によって各共鳴周波数の位相・音圧を検出して、実際に生じているこれらの各共鳴周波数の騒音に対する相殺信号を位相と音圧レベルを調整制御して相殺音発生信号を作成しているので、この相殺音により、特定の一周波数の騒音だけでなく、走行時の風切り音や路面からの振動などを含む広い周波数帯域に渡る騒音を低減することができる。

【0026】また、記憶データも各共鳴周波数に対する位相差又は相殺信号だけでよく、適応制御のような複雑な演算回路を不要にしているので、非常に簡単な制御方法となり、装置も単純なもので済み、システム全体を低コストに構成することができる。そして、この相殺音に関する信号は、工場等で車種毎に精密に騒音測定した上で解析して、また、実際に実験して決定できるので、正確に騒音を低減できる相殺信号を得ることができる。

【0027】また、スピーカの設定位置を音圧の最大となる位置、つまり、騒音が集中する部分に配設したので、相殺音の発生による効果を最大にすることができる。本発明の効果を例示するために、図3に、車室内騒音の周波数別の音圧レベルの測定値と、相殺音を発生した時の音圧レベルを示す。この図では、矢印で示す7つの周波数帯域で空間共鳴を生じており、上記のような騒音低減方法により、斜線部に示すような騒音低減の効果をj得ている。縦軸はdB表示であり、3dBの減少がパワー比では約0.5倍の減少に相当することを考えれば著しく騒音が低減されていることが分かる。

【0028】

【発明の効果】以上に説明した本発明の車室内騒音の低減方法とその装置によれば、車室内の幾つかの共鳴周波数に対応する実際に検出した騒音に対して逆位相の相殺音を発生して、この相殺音により、特定の一周波数の騒音のみでなく、広い周波数帯域に渡る騒音を低減することができるので、騒音全体を著しく低減できる。

【0029】また、記憶データも各共鳴周波数に対する位相差又は相殺信号だけでよく、適応制御のような複雑な演算回路や演算プログラムを不要にしているので非常に簡単な制御方法となり、装置も単純なもので済み、システム全体を低コストに構成することができる。また、

スピーカの設定位置を音圧の最大となる位置、つまり、騒音が集中する部分に配設したので、相殺音の発生による効果を最大にすることができる。

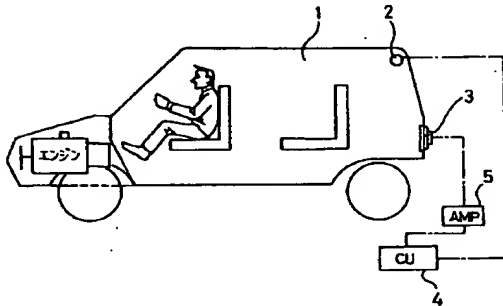
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車室内騒音の低減方法とその装置の制御フローチャート図である。

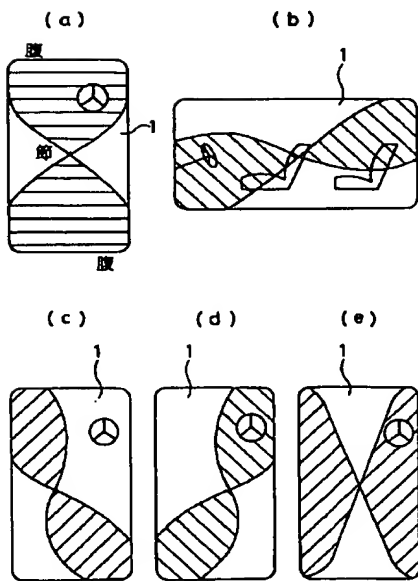
【図2】本発明の車室内騒音の低減装置の構成図である。

【図3】車室内騒音の例と本発明の実施例の効果を示す

【図2】



【図4】



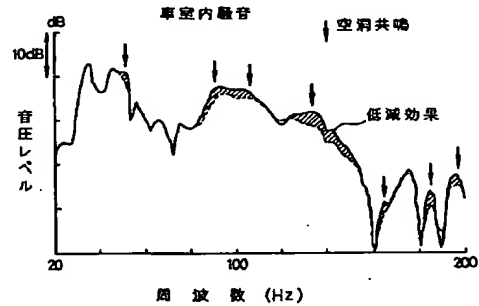
車室内騒音の周波数別音圧レベルの図である。

【図4】車室内騒音の空洞共鳴の例を示す定在波モード図であり、(a) (b) (c) (d) (e) はそれぞれの音の伝搬方向の定在波モードを示す。

【符号の説明】

- 1 … 車室
- 2 … マイクロホン
- 3 … スピーカ
- 4 … コントローラ (コントロールユニット: CU)
- 5 … パワーアンプ

【図3】



【図1】

